



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill) ASSOCIADA A  
DIFERENTES SILAGENS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LACTANTES DA  
RAÇA SINDI**

**ACIR JOSE SANTOS SOBRAL**

Mestrado 2020

**PROZOOTEC – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ACIR JOSÉ SANTOS SOBRAL**

**PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill) ASSOCIADA A  
DIFERENTES SILAGENS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LACTANTES DA  
RAÇA SINDI**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal  
de Sergipe como parte das exigências para obtenção do  
título de mestre na área de Produção Animal.

Orientador

Prof. Dr. Evandro Neves Muniz

Coorientador

Prof. Dr. Rafael Dantas dos Santos

**SÃO CRISTÓVÃO**

**2020**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Sobral, Acir José Santos

S677      Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) associada a  
p      diferentes silagens na alimentação de vacas lactantes da raça Sindl  
/ Acir José Santos Sobral ; orientador Evandro Neves Muniz. – São  
Cristóvão, SE, 2020.

42 f. : il.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de  
Sergipe, 2020.

1. Bovinos de leite – Alimentação e rações. 2. Plantas forrageiras.  
I. Muniz, Evandro Neves, orient. II. Título.

CDU 633.3:636.22

**ACIR JOSÉ SANTOS SOBRAL**

**PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill) ASSOCIADA A  
DIFERENTES SILAGENS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LACTANTES DA  
RAÇA SINDI**

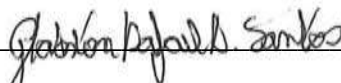
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal  
de Sergipe como parte das exigências para obtenção do  
título de mestre na área de Produção Animal.

Aprovada em 30 de Outubro de 2020.



---

Prof. Dr. Evandro Neves Muniz



---

Prof. Dr. Gladston Rafael de Arruda Santos



---

Prof. Dr. José Henrique de Albuquerque Rangel

**SÃO CRISTÓVÃO**

**2020**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter sido meu guia nas horas de tristezas e alegrias durante esses anos. Obrigado, Senhor.

Aos meus Pais, João Batista Sobral Neto (*in memoriam*) e Adelma Maria Santos Sobral, pela dedicação, carinho, amor, compreensão, que sempre abdicaram de seus sonhos para que os meus fossem realizados, fazendo-se presente em cada obstáculo e guiando meus passos. AMO VOCÊS.

A minha Irmã Giselle que me ajudou a superar e a enfrentar os momentos difíceis com palavras de incentivo para que esse sonho se tornasse realidade. TE AMO MUITO.

Ao meu avô, Nelson Sobral que contribuiu para minha formação, mostrando sempre o caminho certo. Obrigado por tudo.

A Daylanne, minha namorada e amiga, por todo amor, carinho, paciência e apoio em todos os momentos da minha vida. Obrigado por fazer parte dessa vitória. TE AMO. Aos meus sogros Daniel e Tia Cascinha, minhas cunhadas, meu cunhado e a meu sobrinho, por terem acolhido e fazer parte da minha vida, contribuindo muito para minha formação. Obrigado a todos.

Dr. Rafael, Dr. Evandro e Dr. Rangel, pela paciência, confiança, conhecimentos compartilhados e por todo aprendizado durante o período de mestrado. Muito obrigado.

Isaias, Geraldo, Alberto, Uanderson e Nadine, por ajudarem na realização do projeto de mestrado. Obrigado a todos.

A todos amigos do laboratório de Nutrição animal da EMBRAPA: Daniel e Erick, conhecimento e momentos divertidos. Obrigado.

Aos meus amigos de mestrado, Mônica e Willian, por conhecimentos e bons momentos.

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	i
RESUMO .....	ii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Pecuária leiteira no Semiárido.....	3
2.2 Palma forrageira ( <i>Opuntia fícus-indica</i> Mill).....	3
2.3 Compostos nitrogenados .....	4
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
<b>CAPÍTULO I</b> .....	13
RESUMO .....	14
ABSTRACT .....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E METODOS.....	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4. CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS .....	31

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

5

Tabela 1 - Composição bromatológica da palma forrageira, variedade gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill),(L.)

### CAPÍTULO I

Tabela 1 - Composição Bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais ..... 17

Tabela 2 - Composição percentual e nutricional dos componentes das dietas experimentais..... 18

Tabela 3 - Consumos médios diários de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra de detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e consumo de água (CA) ..... 22

Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade de matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos totais (CDCHOT), carboidratos não-fibrosos (CDCNF) e os coeficientes de variação de acordo com os tratamentos ..... 25

Tabela 5 - Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLCG), quantidade de gordura (TG) e de proteína (TP) do leite, eficiência alimentar (EA) e coeficiente de variação (CV) ..... 26

Tabela 6 - Volume urinário e excreção urinária de derivados de purina, purinas absorvidas, síntese e eficiência microbiana ..... 27

Tabela 7 - Ingestão de compostos nitrogenados e balanço de nitrogênio ..... 29

## RESUMO

SOBRAL, Acir José Santos. **PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia fícus-indica* Mill) ASSOCIADA A DIFERENTES SILAGENS NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LACTANTES DA RAÇA SINDI**. Sergipe: UFS, 2020. 36p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

RESUMO: A palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) apresenta-se como recurso forrageiro importante para o Nordeste Brasileiro, devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, especialmente nos períodos estiagens. O presente estudo teve objetivo de investigar os efeitos de dietas à base de palma forrageira associada a diferentes fontes de fibras no consumo (matéria seca e água), digestibilidade, produção de proteína microbiana, balanço de compostos nitrogenados e desempenho de vacas leiteiras sindi criadas em regiões semiáridas. As silagens utilizadas foram: atriplex atriplex (*Atriplex numulária* Lindl.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. ) e maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.) as quais foram incluídas nas dietas à base de palma forrageira (relação 58:42 volumoso: concentrado). As vacas foram distribuídas em delineamento Quadrado Latino duplo 4x4 com duração de 12 dias cada período. Para consumo de água houve diferenças ( $P<0,05$ ) para dieta contendo silagem de atriplex (19,42 L/d). A dieta com silagem de sorgo apresentou menor coeficiente ( $P<0,05$ ) digestibilidade da matéria seca (48,71 %) em relação ao tratamento de silagem de atriplex (68,46 %). A menor quantidade de proteína do leite foi encontrada no tratamento de silagem de gliricídia (38,9 g/kg). A dieta com silagem de atriplex apresentou maior ( $P<0,05$ ) excreção de urina com 8,43L/dia em relação ao tratamento com silagem de gliricídia com 13,92 mmol/dia. Houve diferença ( $P<0,05$ ) na relação alantoína:derivados de purina no tratamento com silagem de gliricídia. A síntese microbiana foi maior ( $P<0,05$ ) para a dieta com silagem de atriplex em relação ao tratamento que continha silagem de gliricídia (115,01 e 80,07 g de PBmic/kg de NDT), respectivamente. Observou-se menor consumo de nitrogênio na dieta com silagem de gliricídia (182,95 g/dia) em relação à dieta com silagem de sorgo (212,84 g/dia). O balanço de nitrogênio foi positivo e o mesmo não foi influenciado pelas dietas. As Silagens avaliadas associadas a palma forrageira podem ser utilizadas em dietas para vacas da raça Sindi em lactação sem influenciar consumo diário de matéria seca, sem alterar a produção e gordura do leite, a síntese de proteína microbiana e o balanço de compostos nitrogenados.

PALAVRAS-CHAVE: bovino de leite, cactáceas, consumo, forragem, semiárido.



## ABSTRAT

The forage “prickly pear” (*Opuntia ficus-indica* Mill) is an important forage resource for the Brazilian Northeast Region, due to its adaptation to the edaphoclimatic conditions of the region, especially in the dry periods. The present study aimed to investigate the effects of diets of forage prickly pear associated with different fiber sources in the intake (dry matter and water), digestibility, microbial protein production, nitrogen compound balance and performance of Sindi dairy cows reared in semiarid regions. The silages used were: atriplex (*Atriplex numulária* Lindl.), forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. ) and maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.) which were included in diets based on forage prickly pear (ratio 58:42 forage: concentrate). The cows were distributed in a double 4x4 Latin Square design lasting 12 days each period. For water ingestion there was difference ( $P<0.05$ ) for the diet containing atriplex silage (19.42 L/d). The diet with sorghum silage showed lower ( $P<0.05$ ) dry matter digestibility coefficient (48.71 %) then the treatment with atriplex silage (68.46%). The lowest amount of milk protein was found in the treatment with gliricidia silage (38.9 g/kg). The diet with atriplex silage showed higher ( $P<0.05$ ) urine excretion (8.43L/day) compared to the treatment with gliricidia silage (13.92 mmol/day). There was a difference ( $P<0.05$ ) in the allantoin:purine-derived ratio in the treatment with gliricidia silage. Microbial synthesis was higher ( $P<0.05$ ) in diet with atriplex silage compared to the treatment containing gliricidia silage (115.01 and 80.07 g Of PBmic/kg of TDN, respectively),. Lower nitrogen intake was observed in the diet with gliricidia silage (182.95 g/day) in relation to the diet with sorghum silage (212.84 g/day). Nitrogen balance was positive and was not influenced by the diets. The evaluated silages associated with forage palm can be used in diets for Lactating Sindi cows without influencing daily dry matter intake, altering milk production and fat, microbial protein synthesis and nitrogen compound balance.

**KEYWORDS:** dairy cattle, cacti, consumption, fodder, semi-arid.

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária, em especial a produção de ruminantes, é uma das atividades socioeconômicas mais importantes no semiárido. O clima predominante tropical seco, com baixas precipitações, chuvas irregulares e altas temperaturas, comprometem diretamente a potencialidade pecuária, devido, principalmente, à escassez na quantidade e qualidade de forragens (WANDERLEY et al., 2012; MARQUES et al., 2017). Nesse sentido, o cultivo de espécies forrageiras, tal como a palma forrageira, que tem boa adaptação a estas condições é essencial para evitar perdas produtivas e financeiras em sistemas de produção de ruminantes (ALBUQUERQUE, 2011).

Nesse contexto a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) constitui um importante recurso forrageiro do Nordeste Brasileiro, principalmente nos períodos de estiagens, devido à adaptação às condições edafoclimáticas da região e ao seu elevado potencial de produção de massa de forragem (AGUIAR et al., 2019), com alta densidade energética (65,04 % nutrientes digestíveis totais) pela presença de carboidratos não fibrosos (CNF), alto coeficiente de digestibilidade (72,70 % na matéria seca) e aceitação comprovada pelos animais o que possibilita elevado consumo. Além disso, é um alimento verde que pode suprir grande parte das necessidades de água na época de escassez hídrica (LOPES et al., 2019).

Embora essa cactácea apresente composição nutricional energética adequada na alimentação de ruminantes, a mesma possui baixo teor de fibra em detergente neutro e proteína bruta, 28,35 % e 4,95 % respectivamente (PESSOA et al., 2013), sendo necessário associação com fontes de fibras (silagens, fenos e subprodutos) e alimentos proteicos na dieta (AGUIAR et al., 2015). Dessa forma, é necessária a associação com fontes de fibra fisicamente efetivas, para provocar melhor mastigação e ruminação, garantindo as condições normais de ruminação e manutenção da gordura do leite (FERREIRA et al., 2009b). Na região semiárida podem ser encontradas diferentes fontes de volumosos que poderiam ser associados à palma forrageira, gerando fontes alternativas de dietas.

Algumas espécies forrageiras são adaptadas às condições edafoclimáticas e apresentam potencial para produção de volumosos, tais como: atriplex (*Atriplex nummularia*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e maniçoba (*Manihot glaziovii*) (CAVALCANTI et al., 2008). Estas diferentes fontes de volumosos poderiam compor

dietas em associação com a palma forrageira, com capacidade de atender as necessidades nutricionais de vacas leiteiras com objetivo de alcançar bons desempenhos zootécnicos.

A dissertação possui um capítulo: (i) **Palma forrageira associada à diferentes silagens em dietas para vacas da raça sindi em lactação: consumo, digestibilidade, produção de leite, síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio.** A redação do capítulo foi realizada de acordo com as normas da revista “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia”.

## **2.REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Pecuária leiteira no Semiárido**

O Brasil vem se destacando como o quinto maior produtor de leite do mundo depois da União Europeia, Estados Unidos, Índia e China (USDA, 2018). Em 2018 a produção de leite foi de 33,8 bilhões de litros, sendo 35,7% oriundos da região Sul, 34,2% da Sudeste, 11,9% da Centro-Oeste, 11,6% da Nordeste e 6,5% da região Norte (EMBRAPA, 2019).

A região nordeste produziu cerca de 3,89 bilhões de litros de leite e, entre os nove estados da região, os três com as maiores produções de leite foram Bahia, com 22,3%; Pernambuco, com 20,4%; e Ceará, com 14,8%. As produções dos demais estados são: Alagoas, com 11,2%, Maranhão, com 9,1%, Sergipe, com 8,7%, Rio Grande do Norte, com 6,1%, Paraíba, com 5,4% e Piauí com 1,9 (EMBRAPA, 2019).

O semiárido nordestino é uma região caracterizada por apresentar baixos índices pluviométricos, elevadas temperaturas e alta taxa de evapotranspiração, influenciando diretamente a produção de forragem para os meses secos (RAMOS et al., 2011). Durante esse período de escassez, as forragens apresentam baixa qualidade nutricional e muitas vezes não suprem a necessidade dos animais, ocasionando um decréscimo na atividade agropecuária da região (FERREIRA et al., 2009b).

Nessas condições, alguns pecuaristas sofrem com as dificuldades climáticas e elaboração planos forrageiros para animais, com a intensificação do uso de alimentos concentrados, contribuindo para elevar os custos na produção. Essas ações ocorrem principalmente na entressafra, quando os alimentos tradicionalmente usados na formulação dos concentrados (milho e soja), apresentam preços elevados (ARAÚJO et al., 2004).

Nesse contexto, torna-se necessário a aplicação de estratégias para obtenção de maior rendimento na produção de forragens e uso de espécies alternativas com potencial de produção adaptadas as condições intrínsecas da região (CÂNDIDO et al., 2013), onde algumas espécies vem se destacando, entre elas a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill).

### **2.2. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)**

A palma forrageira não é uma espécie nativa do Brasil, foi introduzida por volta de 1880, em Pernambuco, através de material importado do Texas - Estados Unidos (SILVA et al, 2007a).

De acordo com Galvão Júnior et al. (2014), esta cactácea é adaptada às condições edafoclimáticas, devido ao seu metabolismo diferenciado, pertencendo ao grupo das crassuláceas, o qual faz a abertura dos estômatos a noite, quando a temperatura ambiente apresenta-se reduzida, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração.

Além destes atributos, podemos mencionar a eficiência no uso da água, 11 vezes superior as plantas de mecanismo C<sub>3</sub> (pastagens de modo geral), tornando especialmente adequadas para a produção de forragem nas zonas áridas e semiáridas (FERREIRA et al., 2012). É por este motivo que palma forrageira é fornecida aos animais durante o período de estiagem nas regiões semiáridas, justificando-se por ser rica em água, matéria mineral e mucilagem (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

Diante deste cenário, a palma forrageira tem sido largamente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, por apresentar em sua composição bromatológica (Tabela 1) alta porcentagem de água, matéria mineral e elevado teor de carboidratos não-fibrosos como, pectina,  $\beta$ -glucanos e frutanas, o que a torna excelente fonte de energia para os animais (BATISTA et al. 2003).

Devido à elevada presença de CNF (carboidratos não-fibrosos) e fibra bastante solúvel, a palma apresenta alta degradabilidade dos nutrientes no rúmen, permitindo aumento na síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos de cadeia curta e absorção de nutrientes pelo animal (BATISTA et al., 2009; FERREIRA et al., 2012).

Em contrapartida, esta cactácea apresenta baixos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra de detergente neutro (Tabela 1), podendo provocar algumas vezes, distúrbios metabólicos, que podem ser corrigidos pela ingestão adequada de alimentos fibrosos (FERREIRA et al, 2011). Nesse sentido, recomenda-se que a palma forrageira seja fornecida associada a outros volumosos e alimentos proteicos (SILVA et al., 2007).

Nesse contexto, alguns volumosos vêm se mostrando promissores, devido sua capacidade de suportar estresse climático e menor exigência quanto à fertilidade do solo (DIAS et al., 2001 e CIRNE et al., 2012), como: atriplex (*Atriplex nummularia*), sorgo (*Sorghum bicolor*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e maniçoba (*Manihot glaziovii*).

Tabela 1 - Composição bromatológica da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill)

Autores	MS	MO	MM	PB	EE	CHO	CNF	FDN	FDA
	%								
SILVA et al., 2007	13,37	90,69	9,31	3,00	1,55	86,13	55,45	31,62	17,88
WANDERLY et al., 2012	9,10	87,49	12,57	4,92	2,17	81,92	50,05	31,85	20,38
ALMEIDA et al., 2014	12,64	88,14	-	4,28	1,76	-	56,40	25,70	17,95
AGUIAR et al., 2015	9,28	-	15,13	-	1,35		41,80	31,47	22,27
PEIXOTO et al., 2018	-	77,44	12,90	4,81	1,32	80,23	-	-	18,53
THAKURIA et al., 2020	12,70	-	-	5,33	1,98	-	-	26,52	17,42

\*MS= matéria seca; \*MO= matéria orgânica; \*MM= Matéria Mineral; \*PB= proteína bruta; \*EE= extrato etéreo; \*CHO= Carboidratos totais; \* CNF= carboidratos não-fibrosos; \*FDN= fibra de detergente neutro; \*FDA= fibra de detergente ácido;

A erva sal ou atriplex (*Atriplex numularia* Lindl) é uma espécie halófito que nos últimos anos vem se tornando um importante recurso forrageiro para as regiões áridas e semiáridas (CARVALHO et al., 2015). De acordo com Oliveira Júnior et al. (2016), é considerada uma alternativa para a alimentação de ruminantes no semiárido nordestino, por resistir aos solos ácidos, produzir grande quantidade de biomassa, ter fácil propagação e baixa susceptibilidade a pragas e doenças. Entretanto, apresenta restrição quando consumida de forma isolada, acarretando uma redução no consumo, devido à presença de sais principalmente o sódio (BEN SALEM et al., 2005).

Outra fonte de volumoso é o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), bastante consolidado no semiárido, devido sua boa capacidade de suportar as condições edafoclimáticas da região, além de exigir menor fertilidade do solo (ELIAS et al., 2016). Além disso, destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo e com altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (NEUMANN et al., 2002).

A gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) é uma espécie com altos teores de proteína bruta, sendo adequada para alimentação de ruminantes (ANDRADE et al., 2015), na forma de feno ou silagem. É usada na suplementação alimentar em época seca ou chuvosa pelo seu teor mais elevado de proteína do que as gramíneas (SANTANA NETO et al., 2015). Possui capacidade de adaptação em regiões com baixa precipitação

pluviométrica, devido ao sistema radicular profundo que propicia a reciclagem dos nutrientes do subsolo e também a absorção de água das camadas profundas, bem como a boa capacidade de produzir biomassa em condições de baixa disponibilidade hídrica (CIRNE et al., 2012).

Entre a grande diversidade da flora da caatinga nordestina a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm) é uma planta nativa da região semiárida, apresentando-se bastante disseminada e abundante por toda região (BACKES, et al., 2014). Possui raízes tuberosas que acumulam reservas proporcionando resistência à seca (FERREIRA et al., 2009a), além de possuir elevado teor de proteína bruta e carboidratos não fibrosos, quando comparado as gramíneas tropicais (DANTAS et al., 2008).

Sendo assim, deve-se associar a palma forrageira com níveis adequados de fibra na dieta para ruminantes para possibilitar um bom funcionamento da microbiota ruminal e atividades associadas, como ruminação, salivação e controle do pH ruminal, motilidade ruminal, além da manutenção da produção de leite.

### **2.3 Compostos nitrogenados**

Nas propriedades leiteiras, alimentação é o componente que encarece o custo de produção, sendo a proteína um dos ingredientes mais caros da dieta sendo o custo de alimentação é altamente dependente da eficiência de sua utilização (LIMA SANTOS et al., 2019). Diante desse contexto, a avaliação dos compostos nitrogenados permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, servindo de parâmetros para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes de grandes quantidades de proteínas na dieta ou da inadequada sincronia energia-proteína do rúmen (PESSOA et al., 2009).

A proteína microbiana tem grande importância para metabolismo proteico dos ruminantes, uma vez que a maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado é proveniente da proteína microbiana (PESSOA et al., 2009). Sua eficiência de produção microbiana e fluxo microbiano são fatores que determinam a quantidade de proteína microbiana que alcançará o intestino delgado (AGUIAR et al., 2015). De acordo com o NRC (2001), as proteínas sintetizadas pelos microrganismos ruminais possuem perfil aminoacídico de boa qualidade e composição pouco variável. Dessa forma, o estudo dos mecanismos de síntese proteica microbiana e dos fatores relacionados é de grande importância.

As pesquisas confirmam a relação da proteína microbiana e excreção de derivados de purinas na urina (RENNÓ et al., 2000; PESSOA et al., 2009; CANESIN et al., 2012 e FEITOSA et al, 2020). A excreção urinária de derivados de purina (DP) pode constituir-se em um método que é baseado no fato de que todos os ácidos nucleicos de origem dietética são degradados no rúmen e que, portanto, todos os ácidos nucleicos que deixam o rúmen são essencialmente de origem microbiana (AGUIAR et al., 2015).

Segundo Chen e Gomes (1992), as purinas dos ácidos nucleicos microbianos são absorvidas, degradadas e excretadas na urina como seus derivados, hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína. Em bovinos são encontradas apenas alantoína e ácido úrico, em proporção de 80 a 85% e 20 a 15%, respectivamente, em virtude da intensa atividade da xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que irá converter xantina e hipoxantina em ácido úrico.

A estimativa de síntese de proteína microbiana através da excreção de derivados de purinas (DP) requer a coleta total de urina e, de acordo com Chen e Gomes (1992), as coletas de urina deveriam ser feitas durante pelo menos cinco dias com o intuito de reduzir os erros devido às variações na produção de urina. Portanto, além de trabalhoso, é bastante desconfortável para o animal e pode interferir em outras variáveis (MELO et al., 2007).

Assim, se coletada uma única amostra de urina, denominada de amostra *spot* (aproximadamente 4 horas após alimentação, durante micção espontânea), é possível utilizar a creatinina como marcador para estimativa do volume urinário, o que permite estimar a excreção de derivados de purinas (DP) e de outros compostos, sem que seja feita coleta total de urina (VALADARES et al.,1999). Oliveira et al. (2001b) não observaram diferença significativa entre as excreções de DP obtidas por coleta de urina em 24 horas com aquela estimada a partir de coletas de urina *spot*, em vacas holandesas lactantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, M. .S. M. A; SILVA, F. F.; DONATO, S. L. R.; SCHIO, A. R.; SOUZA, D. D. de.; MENESES, M. .A. M.; LEDO, A. A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 999-1012. 2015



- ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n.1, p. 116-134, 2011.
- ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n.4, p. 8-14, 2012.
- ANDRADE, B. M. S.; SOUZA, S. F.; SANTOS, C. M. C.; MEDEIROS, S. S.; MOTA, P. S. S.; CURADO, F. F. Uso da gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, Aracaju, v.4, n.4, p. 1-7, 2015.
- BACKES, A. A.; SANTOS, L. L.; FAGUNDES, J. L.; BARBOSA, L. T.; MOTA, M.; VIEIRA, J. S. Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n. 1, p.182-191, 2014
- BATISTA, A. M. V., MUSTAFA, A. F., SANTOS, G. R. A., CARVALHO, F. F. DUBEUX, J. C. B., LIRA, M. A., BARBOSA, S. B. P. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal of Agronomy Crop Science**, v.189, n. 2, p.123-126, 2003.
- BATISTA, A. M. V.; RIBEIRO NETO, A. C.; LUCENA, R. B.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JUNIOR, J. B.; MUSTAFA, A. F. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v.62, n. 3, p.297-301, 2009.
- BEN SALEM, H.; ABDOULI, H.; NEFZAOU, H. et al. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. inermis) pads. **Small Ruminant Research**, v.59, n.2, p.229–237. 2005.
- CANESIN, R.C.; FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T.T. Inovações e desafios na avaliação de alimentos na nutrição de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p. 938-953, 2012.

- CARVALHO, M. F., EL-DEIR, S. G., CORRÊA, M. M., CARVALHO, G. C. Estudo de caso de três espécies de plantas bioindicadoras de solos salinos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 01-08, 2015.
- CAVALCANTI, C. V. DE. A.; FERREIRA, M. DE. A.; CARVALHO, M. C.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, F. M. DA.; LIMA, L. E. DE. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n. 4, p.689 - 693, 2008.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of technical details**. Aberdeen: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. 1.ed.
- CIRNE, L. G. A., BARONI, M. R., OLIVEIRA, P. A., OLIVEIRA, G. J. C., JAEGER, S. M. P. L.; BAGALDO, A. R. Performance of lambs supplemented with fodder salt *Gliricidia sepium* (Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p. 959–962.2012.
- DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, D. S.; PEREIRA, L. G. R.; GONZAGA NETO, S.; TOSTO, M. S. L. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot* sp.) com percentuais de coproduto de vitivinícolas desidratado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n.2, p. 247-257, 2008.
- EMBRAPA. Anuário do Leite 2019: novos produtos e novas estratégias da cadeia do leite para ganhar competitividade e conquistar os clientes finais. **Anuario Leite**, 35 art, 104, 2019.
- ELIAS, O. F. A. S.; LEITE, M. L. M. V.; AZEVEDO, J.M.; SILVA, J. P. S. S.; NASCIMENTO, G. F.; SIMPLÍCIO, J. B. Características agronômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no Semiárido de Pernambuco. **Ciência Agrícola**, v. 14, n. 1, p. 29-36, 2016.
- FEITOSA, M. S.; PIMENTEL, P. G.; SILVA, E. M. C.; BATISTA, A. S. M.; MOREIRA, R. G.; RÊGO, J. P. A. do. Produção de proteína microbiana em borregos Santa Inês alimentados com resíduo de cervejaria desidratado. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e569985816, 2020.

- FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. L. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n.1, p. 983-990, 2009a
- FERREIRA, M. A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009b.
- FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M.; BISPO, S.V. **Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, **Imprensa Universitária**, 40p, 2011
- FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; ROCHA FILHO, R. R., URBANO, S. A.; COSTA, C. T. F. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: Petr Konvalina. (Org.), **Organic Farming and Food Production**. InTech, South Bohemia, p. 1- 22, 2012
- IBGE- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal.** 2016. Disponível em <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2016\\_v44\\_br.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf)>. Acesso em: julho. 2020.
- LIMA SANTOS, G. C.; NETO, S. G.; BEZERRA, L. R.; MEDEIROS, A. N. Uso de tortas na alimentação de vacas leiteiras: uma revisão/Use of cakes to feed dairy cows: a review. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.3, n.1, p. 89-113, 2019.
- LOPES, L.A.; CARDOSO, D.B.; CAMARGO, K.S.; SILVA, T.G.P.; SOUZA, J.S.R.; SILVA, J.R.C.; MORAIS, J.S.; ARAÚJO, T.P.M. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v.13, n.2, p.1-10, 2019
- MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; LIRA, M. A.; LIMA, L. E.; PESSOAS, R. A. S. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.2, p.425-433, 2010
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington. National Academy Press, 2001. 381p.

- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A.K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, p. 293-301, 2002.
- OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; REIS, F. O.; FAGUNDES, J. L.; GAGLIARDI, P. R.; OLIVEIRA, L. F. M. Respostas ecofisiológicas e bioquímicas de erva-sal submetida a salinidade. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n.2, p. 116-122. 2016.
- OLIVEIRA, P. T. L. ; TURCO, H. N; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V; MENEZES, D. R; SILVA, T. G. F. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7,n.1, p.180-188, 2001a.
- OLIVEIRA, A. S., VALADARES, R. F. D., VALADARES FILHO, S. C., CECON, P. R., RENNÓ, L. N., QUEIROZ, A. C., CHIZZOTTI, M. L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30,n.5, p.1621-1629, 2001b
- PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; FERREIRA, M. A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V.; WANDERLAY, W. L.; VASCONCELOS, P. C. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n.3, p. 508-517, 2013.
- PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R .F. D.; QUEIROZ, A. C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 5, p.941-947, 2009.
- RAMOS, J. P. F; LEITE, M. L.M.; JUNIOR, S. O.; Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n.3, p. 41-48, 2011.

- RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; SILVA, J. F. C.; CECOM, P. R.; GONÇALVES, L. C.; DIAS, H. L. C.; LINHARES, R. S. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p. 1235-1243, 2000.
- SANTANA NETO, J.A.; OLIVEIRA, V.S.; VALENÇA, R.L. Leguminosas adaptadas como alternativa alimentar para ovinos no semiárido - revisão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.14, n.2, p.191-200, 2015.
- SILVA, R. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; RAMOS, A. O. ; MELO, A. A. S.; GUIMARÃES, A.V. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça holandesa em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, p. 317-324.2007a.
- SILVA, A. S.; SANTOS, E. M.; RAMOS, J. P. F.; PERAZZO, A. F.; MUNIZ, A. C. S.; SANTOS, F. N. S.; PEREIRA, D. M.; CRUZ, G. F. L. Características agrônômicas de variedades de *Opuntia cochenilliferae* e *Nopalea cochenillifera* sob diferentes densidades de plantio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 6, p. 88-96, 2019b.
- USDA – United States Department of Agriculture. 2018. **Cows milk production and consumption**. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline>>. Acesso em: julho. 2020.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 8, p. 2686-2696, 1999.
- WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A.M.V.; VERÁS, A. S. C.; SANTOS, D. C.; URBANO, S. A.; BISPO, S. V. Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n. 3, p.745-754, 2012.

## **CAPÍTULO I**

### **PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADA À DIFERENTES SILAGENS EM DIETAS PARA VACAS DA RAÇA SINDI EM LACTAÇÃO**

## RESUMO

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) apresenta-se como recurso forrageiro importante para o Nordeste Brasileiro, devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, especialmente nos períodos estiagens. O presente estudo teve objetivo de investigar os efeitos de dietas à base de palma forrageira associada a diferentes fontes de fibras no consumo (matéria seca e água), digestibilidade, produção de proteína microbiana, balanço de compostos nitrogenados e desempenho de vacas leiteiras sindi criadas em regiões semiáridas. As silagens utilizadas foram: atriplex atriplex (*Atriplex numulária* Lindl.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. ) e maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.) as quais foram incluídas nas dietas à base de palma forrageira (relação 58:42 volumoso: concentrado). As vacas foram distribuídas em delineamento Quadrado Latino duplo 4x4 com duração de 12 dias cada período. Para consumo de água houve diferenças ( $P<0,05$ ) para dieta contendo silagem de atriplex (19,42 L/d). A dieta com silagem de sorgo apresentou menor coeficiente ( $P<0,05$ ) digestibilidade da matéria seca (48,71 %) em relação ao tratamento de silagem de atriplex (68,46 %). A menor quantidade de proteína do leite foi encontrada no tratamento de silagem de gliricídia (38,9 g/kg). A dieta com silagem de atriplex apresentou maior ( $P<0,05$ ) excreção de urina com 8,43L/dia em relação ao tratamento com silagem de gliricídia com 13,92 mmol/dia. Houve diferença ( $P<0,05$ ) na relação alantoína:derivados de purina no tratamento com silagem de gliricídia. A síntese microbiana foi maior ( $P<0,05$ ) para a dieta com silagem de atriplex em relação ao tratamento que continha silagem de gliricídia (115,01 e 80,07 g de PBmic/kg de NDT), respectivamente. Observou-se menor consumo de nitrogênio na dieta com silagem de gliricídia (182,95 g/dia) em relação à dieta com silagem de sorgo (212,84 g/dia). O balanço de nitrogênio foi positivo e o mesmo não foi influenciado pelas dietas. As Silagens avaliadas associadas a palma forrageira podem ser utilizadas em dietas para vacas da raça Sindi em lactação sem influenciar consumo diário de matéria seca, sem alterar a produção e gordura do leite, a síntese de proteína microbiana e o balanço de compostos nitrogenados.

**PALAVRAS-CHAVE:** bovino de leite, cactáceas, consumo, forragem, semiárido.

## ABSTRAT

The forage palm (*Opuntia ficus-indica* Mill) is an important forage resource for the Brazilian Northeast, due to its adaptation to the edaphoclimatic conditions of the region, especially in the dry periods. The present study aimed to investigate the effects of forage palm diets associated with different fiber sources in intake (dry matter and water), digestibility, microbial protein production, nitrogen compound balance and performance of sindi dairy cows reared in semiarid regions. The silages used were: atriplex (*Atriplex numulária* Lindl.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. ) and maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.) which were included in diets based on forage palm (ratio 58:42 forage: concentrate). The cows were distributed in a double 4x4 Square design lasting 12 days each period. For water consumption there were differences ( $P<0.05$ ) for diet containing atriplex silage (19.42 L/d). The diet with sorb silage showed lower coefficient ( $P<0.05$ ) dry matter digestibility (48.71 %) treatment of atriplex silage (68.46%). The lowest amount of milk protein was found in the treatment of gliricidia silage (38.9 g/kg). The diet with atriplex silage showed higher ( $P<0.05$ ) urine excretion at 8.43L/day compared to the treatment with gliricidia silage with 13.92 mmol/day. There was a difference ( $P<0.05$ ) in the allantoin:purine-derived ratio in the treatment with gliricidia silage. Microbial synthesis was higher ( $P<0.05$ ) for diet with atriplex silage compared to the treatment containing gliricidia silage (115.01 and 80.07 g Of PBmic/kg of TDN), respectively. Lower nitrogen intake was observed in the diet with gliricidia silage (182.95 g/day) in relation to the diet with sorb silage (212.84 g/day). Nitrogen balance was positive and the same was not influenced by diets. The silages evaluated associated with forage palm can be used in diets for Lactating Sindi cows without influencing daily dry matter intake, without altering milk production and fat, microbial protein synthesis and nitrogen compound balance.

**KEYWORDS:** dairy cattle, cacti, consumption, fodder, semi-arid.



## 1. INTRODUÇÃO

Na região do Nordeste brasileiro a palma forrageira constitui um importante recurso forrageiro, principalmente nos períodos de estiagem, devido a sua adaptação as condições edafoclimáticas (RAMOS *et al.*, 2017), possuir alto teor de carboidratos não fibrosos e, principalmente, de água, sendo esta considerada uma fonte limitante para os sistemas de produção de leite em áreas semiáridas (ARAÚJO *et al.* 2008).

Entretanto, entre as limitações desta cactácea estão as deficiências em teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro, sendo que este baixo teor de fibra poderia acarretar distúrbios metabólicos como diarreias e depressão no teor de gordura do leite (GALVÃO JÚNIOR *et al.*, 2014). Todavia, na região semiárida podem ser encontrados diferentes fontes de volumosos que poder ser associados à palma forrageira, gerando mais opções de dietas com valor bioeconômico positivo.

Dentre estas alternativas forrageiras, podemos citar algumas espécies viáveis que apresentam potencial para produção de volumosos, tais como: atriplex (*Atriplex numularia* Lindl.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.) e maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.) (CAVALCANTI *et al.*, 2008). Estas diferentes fontes de fibra podem compor dietas em associação com a palma forrageira capazes de atender as necessidades nutricionais de vacas leiteiras com possibilidade de alcançar bons desempenhos zootécnicos.

No entanto, existe a necessidade de avaliar o efeito da dieta quanto ao balanço de nitrogênio e produção de proteína microbiana no rúmen, que permitem informações a respeito do atendimento das exigências proteicas, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (PESSOA *et al.* 2009).

O suprimento de aminoácidos a partir da proteína microbiana é fundamental para o metabolismo proteico dos ruminantes. Segundo o NRC (2001), a proteína sintetizada pelos microrganismos ruminais possui excelente perfil aminoácídico e composição pouco variável. Por estes motivos, o estudo dos mecanismos relacionados à eficiência e síntese proteica microbiana é de grande relevância, pois está diretamente associado ao desempenho animal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o consumo, a digestibilidade, produção e composição do leite, a produção de proteína microbiana sintetizada no rúmen e o balanço

de compostos nitrogenados em vacas lactantes da raça Sindi, alimentadas com palma forrageira associada a diferentes silagens de plantas com potencial forrageiro para semiárido.

## 2. MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Semiárido, situada em Petrolina, Pernambuco, entre os meses de junho e agosto, a uma latitude de 09°09"S, longitude de 40°22"W, altitude de 36,5 m e média pluviométrica anual de 570 mm, com temperaturas máximas e mínimas médias anuais de 33,46 e 20,87 °C, respectivamente.

Foram utilizadas quatro vacas da raça Sindi, com peso corporal médio de 260±15 kg, produção inicial de leite de 7 kg e período de lactação de 56 dias, distribuídas em delineamento quadrado latino duplo 4 x 4. Cada período teve duração de 12 dias, sendo sete para adaptação às dietas e cinco para coleta de dados e amostras, perfazendo um tempo total de execução do experimento de 96 dias.

Os tratamentos experimentais consistiram de dietas completas, contendo palma forrageira cv. gigante associada a silagens dos seguintes volumosos: atriplex, sorgo, gliricídia ou maniçoba, além de concentrado constituído por uma mistura de farelo de soja, milho grão moído, ureia e sal mineral (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1-Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Componente	Ingrediente						
	Palma	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba	Farelo de soja	Milho moído
MS (%)	7,70	27,63	24,97	28,15	22,63	89,70	88,20
MO <sup>1</sup>	85,38	76,10	88,55	92,08	92,15	94,84	98,91
PB <sup>1</sup>	5,40	11,50	5,07	15,47	14,34	50,00	9,00
EE <sup>1</sup>	1,49	1,60	1,63	2,83	2,91	2,35	4,34
FDN <sup>1</sup>	32,51	42,49	66,34	43,88	46,56	18,19	15,04
FDA <sub>1</sub>	17,47	17,09	27,05	13,04	13,68	12,55	8,50
CHOT <sup>1</sup>	78,48	62,92	81,73	73,68	74,80	42,49	85,57
CNF <sup>1</sup>	45,97	20,43	15,39	29,80	28,24	24,30	70,53

<sup>1</sup>(% na MS); MS\*- matéria seca; MO\*- matéria orgânica; PB\*proteína bruta; EE\* extrato etéreo; FDN\* fibra em detergente neutro; FDA\* fibra em detergente ácido; CHOT\* carboidratos totais; CNF\* carboidratos não-fibrosos.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2001), para atender às exigências de vacas em lactação com produção de leite de 10 kg/dia com 4% de gordura, de acordo com o peso dos animais.

Tabela 2-Composição percentual e nutricional das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos			
	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba
Palma (%)	30,00	32,18	33,00	33,00
Atriplex (%)	24,00	-	-	-
Sorgo (%)		25,00	-	-
Gliricídia (%)		-	25,00	-
Maniçoba (%)		-		25,00
Farelo de soja (%)	17,39	18,88	8,44	15,9
Milho moído (%)	27,11	22,44	32,26	24,85
Ureia (%)	0,5	0,5	0,3	0,25
Sal Mineral (%)	1	1	1	1
Total	100	100	100	100
Composição Nutricional				
Matéria Seca <sup>1</sup>	18,94	17,67	17,71	17,00
Matéria Orgânica <sup>1</sup>	86,36	88,95	90,4	90,13
Proteína Bruta <sup>1</sup>	16,94	15,90	13,63	16,28
Extrato Etéreo <sup>1</sup>	2,42	2,30	2,80	2,67
Fibra Detergente Neutro <sup>1</sup>	23,55	25,66	23,85	24,52
Fibra Detergente Acido <sup>1</sup>	12,99	14,47	12,09	12,65
Carboidratos Totais <sup>1</sup>	67,00	70,75	73,97	71,18
Carboidratos não fibroso <sup>1</sup>	43,45	45,09	50,12	46,66
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>(1,2)</sup>	70,81	72,65	76,24	77,98

<sup>1</sup>(% na MS);<sup>2</sup> Estimado segundo Sniffen *et al.* (1992)

Os animais passaram por um período pré-experimental de 10 dias para se adaptarem ao manejo alimentar e às instalações. As pesagens foram realizadas no início e final de cada período experimental, com as vacas sendo mantidas em baias individuais de 6 m<sup>2</sup> com piso de cimento, dotadas de cochos e bebedouros para controle individual do consumo de alimentos e água. A alimentação foi fornecida “*ad libitum*”, na forma de mistura completa, duas vezes ao dia, às 7 e 16 horas, com água à vontade. Diariamente, pela manhã, foram recolhidas e pesadas as sobras, tendo-se o cuidado de mantê-las em torno de 10 % do fornecido, sendo utilizado para calcular consumo médio diário. O consumo diário foi determinado pela diferença entre o peso da ração ofertada e o peso das sobras de cada animal

Nos cinco dias de coleta de cada período experimental, amostras de fezes foram retiradas diretamente na ampola retal dos animais, logo após as ordenhas da manhã e tarde. Nesses períodos, também foram coletadas, diariamente, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras, sendo, em seguida, pré secadas em estufa com ventilação forçada

a 55°C, homogeneizadas, originando amostras compostas por período e por animal, sendo encaminhadas ao laboratório para análises posteriores.

As amostras compostas foram moídas em moinho do tipo "Wiley" com peneira com crivos de 1mm, e delas foram retiradas alíquotas representativas para a realização das análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo metodologia descrita por Silva & Queiróz (2002). Para determinação das fibras em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), de acordo com a metodologia descrita por Van Soest (1967) e adaptada por Detmann *et al.*, (2012) utilizando-se sacos de tecido não-tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>).

Os teores de CHOT e CNF foram estimados segundo Sniffen *et al.* (1992) e Mertens (1997), respectivamente, em que CHOT= 100 - (PB + EE + Cinzas) e CNF = 100 - (FDN + PB + EE + Cinzas).

Foram avaliados consumos diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCHT), carboidratos não-fibrosos (CCNF), matéria orgânica (CMO), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e ingestão de água, assim como as digestibilidades da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não-fibrosos (DCNF), matéria orgânica (DMO).

O consumo de NDT (CNDT), em quilogramas e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo Sniffen *et al.* (1992), pelas seguintes equações:  $CNDT = (PB \text{ ing.} - PB \text{ fecal}) + 2,25 (EE \text{ ing.} - EE \text{ fecal}) + (CHOT \text{ ing.} - CHT \text{ fecal})$  e  $NDT (\%) = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) \times 100$ .

A estimativa da produção de matéria seca fecal foi obtida utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), como indicador interno. Alíquotas de 1,0 g de silagens, palma, farelo de soja, milho moído, sobras e fezes foram acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>) e incubadas no rúmen de um bovino macho, adulto, por um período de 144 horas, segundo metodologia descrita por Berchielli *et al.*, (2005). O material remanescente da incubação foi levado ao Laboratório de Nutrição Animal e lavado em água corrente e submetido à extração com detergente ácido, cujo resíduo foi considerado FDAi.

A água foi fornecida "*ad libitum*" em baldes com capacidade de 15 kg e, reabastecidos três vezes ao dia às 8 horas, 12 horas e às 15h30min. A ingestão de água

foi mensurada em kg mediante o cálculo da diferença entre a quantidade de água ofertada e sua sobra, descontando-se, ainda, a água perdida por evaporação. Para a obtenção das perdas de água por evaporação foram utilizados baldes com a mesma quantidade de água para cada tratamento, distribuídos aleatoriamente no galpão experimental. Por diferença de peso em vinte e quatro horas, quantificou-se a perda média de evaporação.

As vacas foram ordenhadas, manualmente, duas vezes ao dia e suas produções registradas individualmente, para avaliação do teor de gordura (TG) e de proteína (TP) do leite e eficiência alimentar (EA). Amostras de leite nas duas ordenhas do 11º e 12º dias de cada período experimental foram acondicionadas em recipiente com conservante bronopol e enviadas para o Laboratório de Leite do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para determinação de proteína, gordura, e sólidos totais. Os teores de gordura e proteína foram determinados por meio do equipamento Bentley 2000, por absorção infravermelha, e sólidos totais por soma dos valores dos componentes anteriores (IDF, 1996). A produção de leite corrigida para 4% de gordura foi obtida por meio da equação:  $PLCG = (0,432 + 0,1635 \times G) \times PL$ , na qual G representa a porcentagem de gordura do leite e PL a produção de leite em kg/dia (Sklan *et al.*, 1992).

Foram realizadas coletas *spot* de urina, no 3º dia de coleta de cada período experimental, aproximadamente 4 horas após a alimentação matinal, durante micção espontânea de cada animal. Uma alíquota de 10 mL foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N. Após a diluição, foi aferido o pH, que foi ajustado, caso necessário, para valores inferiores a 3, com ácido sulfúrico concentrado, a fim de evitar destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas em freezer a -20º C para as determinações de creatinina, ureia, alantoína e ácido úrico.

Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas para quantificação dos derivados de purina e creatinina. A creatinina foi determinada com a utilização de *kits* comerciais (Labtest<sup>®</sup>), pelo método do ponto final, com uso de picrato e acidificante. As análises de ácido úrico também foram realizadas através do uso de *kits* comerciais (Labtest<sup>®</sup>), pelo método do ponto final, com uso de uricase e peróxido de hidrogênio. A determinação das concentrações de alantoína seguiu a técnica descrita por Chen e Gomes (1992). Todas as análises citadas acima foram realizadas pelo método colorimétrico.

Amostras de leite das duas ordenhas de cada animal foram coletadas no 4º e 5º dias de coleta. Uma quantidade de 10 mL de leite foi misturada com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%, filtrada em papel-filtro e armazenada em freezer a -20º C para análise de ureia e alantoína.

As análises de ureia na urina e no leite desproteinado, de creatinina e de ácido úrico na urina foram realizadas utilizando-se *kits* comerciais (Human do Brasil®), segundo orientações dos fabricantes. As análises foram realizadas no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite em Juiz de Fora - MG. As determinações de nitrogênio (N) nas fezes foram realizadas pela metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). O balanço de N foi calculado através da diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado nas fezes, urina e leite.

O volume urinário médio diário foi estimado para cada animal, multiplicando-se o respectivo peso corporal pela excreção diária de creatinina (mg/ kg de PC), dividindo-se esse produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina *spot*, utilizando-se o valor 24,4 mg/kg de PC de creatinina, encontrado por Pereira (2003) para vacas nos terços inicial e médio de lactação.

As análises de alantoína na urina e no leite desproteinado foram feitas pelo método colorimétrico descrito por Chen e Gomes (1992). A excreção de derivados de purinas (DP) total foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (PA) (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia) por intermédio da equação  $X = [Y - (0,385 \times PV^{0,75})]/0,85$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e  $0,385 \times PV^{0,75}$ , a contribuição endógena para a excreção de purinas Verbic et al., 1990.

A síntese ruminal de nitrogênio (Y, gN/dia) foi calculada em relação às purinas absorvidas (X, mmol/dia) utilizando-se uma modificação de equação descrita por Chen & Gomes (1992), substituindo-se a relação N purina: N- total nas bactérias de 0,116 por 0,134, conforme descrito por Valadares et al. (1999):  $Y = 70X/(0,83 \times 0,134 \times 1000)$ , em que 70 é o nitrogênio de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N- purina: N total das bactérias e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas. A eficiência de síntese de proteína bruta microbiana foi calculada da seguinte forma: ESPBmic = g de PB microbiana/Kg de NDT consumido.

Os resultados foram analisados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o SAS (2003).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, são apresentados os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e consumo de água (CA) e os coeficientes de variação (CV) em função dos tratamentos.

Tabela 3- Consumos médios diários de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra de detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e consumo de água (CA)

Item	Tratamento				CV (%)
	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba	
CMS (g /dia)	8.690	8.470	7.970	8.290	6,54
CMO (g/dia)	5.505	6.397	6.772	6.867	9,84
CPB (g /dia)	1.350 a	1.270 ab	1.160 b	1.300 ab	5,67
CEE(g/dia)	155 b	165 b	208 a	205 a	5,11
CFDN (g/dia)	2.420	2.220	2.120	2.320	8,39
CFDA (g/dia)	1.270	1.230	1.250	1.310	10,31
CCHOT (g/dia)	4.345 b	5.170 ab	5.600 a	5.465 ab	5,60
CCNF (g/dia)	1.925 b	2,950 ab	3,480 a	3.145 a	11,92
CNDT (g/dia)	4.690 b	5.235 ab	5.722 a	5.947 a	5,73
CA (L/dia)	19,42 a	10,86 b	8,0 b	7,57 b	32,5
Consumo (g/kg de peso corporal)					
CMS (g/kg)	28,6	28,4	27,1	28,3	8,22
CFDN (g/kg)	7,8	7,6	7,3	7,8	11,38

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ); CV: coeficiente de variação

O CMS expresso em gramas por dia (g/dia), gramas por quilo do peso corporal (g/kg de Peso corporal), não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes volumosos, apresentando valores médios de 8,355 g/dia e 21,72 (g/kg de peso corporal), respectivamente. O CMS não apresentou diferença estatística ( $P > 0,05$ ), possivelmente, devido à semelhança entre os nutrientes da dieta, principalmente o FDN e FDA das dietas

(Tabela.2). A palma forrageira quando incluída nas dietas e processada, favorece a adesão dos ingredientes da dieta em sua mucilagem (Silva *et al.*, 2007), facilitando o consumo de ingredientes poucos palatáveis (Almeida, 2012), favorecendo o consumo dos nutrientes da dieta, quando fornecida na forma de ração completa (Wanderley *et al.*, 2012), já que é um alimento de boa aceitabilidade pelos animais, além de apresentar baixos teores de fibra e apresentar alta taxa de passagem (Costa *et al.*, 2012a).

Os consumos de MO, FDN e FDA também não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas diferentes silagens, sendo este fato explicado pela ausência de efeito no consumo de MS. Segundo o NRC (2001), a FDN possui baixa taxa de digestão, sendo considerada o primeiro constituinte dietético associado à diminuição do consumo de matéria seca. No presente trabalho, não houve limitação ao consumo de MS.

O consumo de FDN em relação a gramas por quilo do peso corporal (g/kg de peso corporal) não teve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. De acordo com Mertens (2001), o fator enchimento ruminal está correlacionado com a quantidade de fibra contida na dieta, onde o efeito de enchimento irá expressar em dietas com consumo de FDN acima 1,2 % do peso corporal dos animais, fato que não foi observado nos resultados. O valor médio encontrado foi 7,6 (g/kg de peso corporal) ou 0,76 % do peso corporal, para os tratamentos de silagem de atriplex e maniçoba.

O maior consumo de PB ( $P < 0,05$ ) foi observado quando o volumoso utilizado foi silagem de atriplex, em relação ao tratamento da silagem da gliricídia, com valores de 1,350 (g/dia) e 1,160 (g/dia), respectivamente (Tabela 3). Este menor consumo está relacionado ao menor teor de proteína da dieta (Tabela 2), ocasionando menor consumo em relação aos demais tratamentos.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para consumo EE, o tratamento com silagem de gliricídia apresentou maior consumo 208 (g/dia) em relação aos tratamentos de silagem de maniçoba, sorgo e atriplex com valores, 205, 165 e 155 g/dia, respectivamente.

Para consumo de CCHOT houve diferença ( $P < 0,05$ ), o tratamento com silagem de gliricídia foi superior a silagem de atriplex, com valores de 5,600 (g/dia) e 4,345 (g/dia) respectivamente. Os fatos são atribuídos a maior participação do milho na dieta.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para consumo de CNF, a dieta composta com silagem de gliricídia apresentou maior consumo em relação a silagem de atriplex, com médias 3,480 (g/dia) e 1,925 (g/dia). Esta diferença no consumo está atribuída a



maior presença de CNF na dieta experimental com gliricídia (Tabela 2), devido maior proporção de milho moído na dieta quando comparados com outras.

O consumo de NDT apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ), sendo o menor valor encontrado no tratamento com silagem de atriplex com valores de 4,690 (g/dia) e o maior valor encontrado no tratamento de maniçoba com 5,947 (g/dia). Este fato é atribuído ao menor teor energético da dieta de atriplex quando comparado aos demais tratamentos.

Em relação ao consumo de água os tratamentos diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ), apresentando maior consumo no tratamento que continha silagem de atriplex. Esse comportamento pode ser devido aos teores de sais presentes na planta provavelmente porque a sua folhagem possui altas concentrações de sais, principalmente cloreto de sódio (Ben Salem et al., 2005), um fator que pode indiretamente aumentar o consumo de água em vacas leiteiras (Dahlborn et al., 1998). O menor consumo de água observado nos demais tratamento pode ser explicado pelo suprimento da água via alimento. Santana Neto *et al.*, (2015) observaram que consumo de alimentos suculentos, com maior teor de umidade, reduz a ingestão de água.

Na Tabela 4, estão apresentadas as digestibilidades da matéria seca e dos nutrientes avaliados, média e os coeficientes de variação.

Para o coeficiente de digestibilidade da MS foi encontrado maiores valores ( $P > 0,05$ ) para as dietas com silagem de maniçoba e atriplex, com 69,13 e 68,46 % respectivamente. Esse fato pode ser atribuído ao aumento dos constituintes da parede celular na dieta, principalmente FDA. Muitos fatores podem influenciar a digestibilidade da matéria seca, como consumo de alimentos, proporção e digestibilidade da parede celular, composição da dieta e preparo dos alimentos, além de outros fatores dependentes dos animais e do nível nutricional (McDonald et al., 1993). Segundo Muniz et al. (2011) a palma forrageira é diferente de outras forragens, pois possui baixos teores de FDN e apresentar rápida taxa de passagem, devido à alta taxa de fermentação ruminal e, consequentemente, consumo semelhante ao dos concentrados.

O tratamento contendo silagem de sorgo apresentou o maior coeficiente de digestibilidade do EE ( $P < 0,05$ ) em relação a silagem de maniçoba, com valores 75,58 % e 64,33 % respectivamente. Silva et al. (2007), em pesquisa com vacas holandesas em lactação, forneceram palma forrageira associados diferentes fontes de volumosos como

bagaço de cana, silagem de sorgo, feno de capim elefante e feno tifton, constataram que digestibilidade do EE não foi afetada com inclusão da palma forrageira.

Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade de matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos totais (CDCHOT) e carboidratos não-fibrosos (CDCNF)

Nutrientes	Tratamentos					
	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba	Média	CV (%)
CDMS	68,46 a	48,71 c	56,47 b	69,13 a	60,70	6,92
CDMO	81,67	81,30	78,93	79,91	80,45	1,96
CDPB	79,33	79,23	77,43	78,20	78,55	2,22
CDEE	75,15 a	75,58 a	67,62 ab	64,33 b	70,67	5,35
CDFDN	53,34	48,63	48,96	44,85	48,94	20,03
CDCHOT	82,60	82,11	79,90	81,02	81,41	2,15
CDCNF	97,17	97,45	96,85	96,92	97,10	2,08

Coeficiente de digestibilidade em porcentagem (%); Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); CV: coeficiente de variação

As demais variáveis como a digestibilidade de, MO, PB, FDN, CHOT e CNF não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ ), apresentando médias de 80,45; 78,55; 48,94; 81,41 e 97,10%, respectivamente (Tabela 4). Esses dados corroboram com Oliveira et al. (2007a), que observaram que, com exceção da FDN, os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes não foram influenciados pela adição de palma na dieta. Andrade et al. (2002), em pesquisa com vacas holandesas, onde forneceram palma forrageira em substituição ao sorgo e constataram que a digestibilidade da FDN e dos CNF foi afetada pelos níveis de inclusão de palma forrageira na dieta.

Na tabela 5 encontram-se os dados de produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLCG), quantidade de gordura (TG) e de proteína (TP) do leite, eficiência alimentar (EA) e coeficiente de variação (CV). Para produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura não houve diferença ( $P > 0,05$ ), apresentando média de 7,28 kg/dia, o que pode ser justificado pela ausência de diferença no consumo de MS (Tabela 3). Acredita-se que possivelmente ocorreu similaridade quanto ao aporte de nutrientes para a glândula mamária resultando em concentrações próximas para o teor de nutrientes do leite (CARDOSO et al., 2017) nos níveis avaliados.

Tabela 5 - Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLCG), teor de gordura (TG) e de proteína (TP) do leite e eficiência alimentar (EA)

Item	Tratamentos				CV (%)
	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba	
PLCG (kg/dia)	7,47	7,30	7,56	6,78	7,12
TG (g/kg)	59,1	58,1	58,0	56,50	2,35
TP (g/kg)	40,3b	41,4ab	38,9c	41,9a	1,35
EA (PLCG/CMS)	0,85	0,86	0,94	0,81	8,45

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); CV: coeficiente de variação.

Em relação ao teor de gordura do leite não foi observado efeito da inclusão dos diferentes volumosos ( $P > 0,05$ ), apresentando média de 57,9 g/kg de leite. Segundo o NRC (2001), para que não ocorra alteração do ambiente ruminal e diminuição da gordura do leite, é necessário que se tenha um mínimo de FDN na ração (25%), e deste, uma porcentagem proveniente do volumoso (19%) e também que o teor máximo de CNF seja de 44%. Todos os teores dos nutrientes observados ficaram dentro dos limites preconizados pelo NRC (2001), com exceção do tratamento com silagem de gliricídia, em que o teor de CNF ficou acima do preconizado.

Oliveira et al., (2007b) formularam dietas com diferenças de até 14,96 % de CNF e mesmo assim não foram encontrados diferenças na produção média de leite e corrigida para 3,5% de gordura, o que indica, segundo os autores, que esse comportamento regular foi devido ao equilíbrio energético-proteico mantido nas dietas, com semelhanças para CHOT e PB nas dietas utilizadas no experimento.

Para o teor de proteína do leite, houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ), apresentando média de 40,6 g/kg de leite. O tratamento com a inclusão de gliricídia apresentou menor valor (38,9 g/kg), possivelmente pelo menor teor de proteína bruta existente nessa dieta. Portanto, as dietas experimentais que tiveram maior teor de proteína do leite, talvez sejam em razão do maior consumo PB, resultando em aumento na síntese de proteína microbiana ( $P_{mic}$ ) e em maior fluxo de proteína para o intestino delgado (PAIVA et al., 2013). Assim, proporcionou à glândula mamária maior disponibilidade de aminoácidos presentes na corrente sanguínea, principais precursores para a síntese de proteína do leite.

O balanceamento das dietas experimentais contendo maior proporção de CNF, promove maior suprimento de carboidratos fermentáveis, resultando no maior teor de proteína do leite (ABRAMHSE et al., 2008). Isto é ocasionado pela maior proporção de

propionato formado no rúmen aumentando a disponibilidade no fígado, pois o ácido propiônico na célula animal é precursor da glicose. Dessa forma, toda vez que há aumento desse ácido, ele será mais absorvido e vai chegar à célula animal para síntese de glicose, disponibilizando-os para formação da proteína do leite na glândula mamária (NEIVA et al., 2006).

A eficiência alimentar (EA) em relação a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLCG) e consumo de matéria seca, não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela adição dos volumosos. O fato pode ser atribuído ao CMS que não foi alterado em função das diferentes silagens.

Na tabela 6 estão apresentados os dados de volume urinário e excreção urinária de derivados de purinas (purinas absorvidas, síntese e eficiência microbiana).

Foi observado maior volume urinário ( $P<0,05$ ) em vacas alimentadas com a dieta com silagem de atriplex em relação àquela com gliricídia com médias 8,43 (L) e 5,31(L), respectivamente (Tabela 6). Este comportamento está relacionado à maior ingestão de água (L/dia) neste tratamento ( $P<0,05$ ), e, consequentemente, maior excreção urinária.

Corroborando estes resultados, Ben Salem et al. (2005) destacaram que a atriplex apresenta alto conteúdo de cinzas na matéria seca, o que pode contribuir para o consumo de água mais elevado como recurso fisiológico para excretar os sais ingeridos.

O ácido úrico foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelas associações de volumosos (Tabela 6), onde foi observado maior valor ( $P>0,05$ ) para vacas alimentadas com palma associada com silagem de atriplex, seguida de sorgo e maniçoba, e menor valor ( $P>0,05$ ) quando os animais foram submetidos à dieta composta com silagem de gliricídia. Este fato pode ser explicado pela maior teor de proteína bruta da dieta (Tabela 2), ocasionando maior ingestão de nitrogênio pelo animal (Aguiar et al., 2015).

Houve diferença na relação alantoína:derivados de purina entre os tratamentos ( $P<0,05$ ) com associação entre palma e silagem de gliricídia comparado aos animais que receberam palma com silagem de atriplex ou sorgo (Tabela 6). Porém, os valores médios das dietas para excreção urinária de alantoína total e ácido úrico foram de 97,82 e 18,28 mmol/dia, respectivamente, e de 116,11 mmol/dia para derivados de purina (DP) total, o que corresponde, respectivamente, a 84,24 e 15,74% de alantoína e ácido úrico em relação ao total de DP. Estes dados estão dentro da variação citada por Chen e Gomes (1995) de 80 a 85% e 15 a 20% do total excretado na urina de bovinos para aqueles compostos, como indicativo de eficiência da síntese de nitrogênio microbiano. No entanto, esta

amplitude de excreção de ácido úrico e alantoína na urina está condicionada ao estágio fisiológico do animal e aos tratamentos dietéticos utilizados.

Tabela 6 - Volume urinário e excreção urinária de derivados de purina, purinas absorvidas, síntese, eficiência microbiana

Item	Dieta Experimental				CV (%)
	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba	
Volume urinário estimado (L)	8,43a	6,28ab	5,31b	6,00ab	27,05
Consumo de Água (L/dia)	19,42a	10,86b	8,00b	7,57b	32,50
Excreção urinária					
Alantoína (mmol/dia)	103,49	91,47	97,12	99,23	15,04
Ácido úrico (mmol/dia)	22,78a	19,10b	13,92c	17,35b	11,69
Derivados de purina totais	126,27	110,57	111,04	116,58	11,49
Alantoína:derivado purinas	81,95b	82,72b	87,46 a	85,11ab	3,63
Purinas Absorvidas (mmol/dia)	118,72	100,25	100,8	107,31	14,72
Nitrogênio microbiano (g/dia)	86,31	72,88	73,28	78,02	14,69
PB microbiana sintetizada no rúmen (g/dia)	539,44	455,5	458,04	487,62	14,71
Eficiência da síntese de PB microbiana (gPBmic/kgNDT)	115,01a	87,09ab	80,07b	82,39b	25,91

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ); CV%= coeficiente de variação.

As dietas experimentais não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os valores das purinas absorvidas, do nitrogênio microbiano e da proteína bruta microbiana sintetizada no rúmen (Tabela 06), sendo observados valores médios de 116,77 mmol/dia, 77,62 g/dia e 485,15 g/dia, respectivamente. Dentre os resultados encontrados no presente estudo, destaca-se o equilíbrio entre o suprimento de carboidratos fibrosos e não fibrosos nas dietas experimentais. Aguiar *et al.*, (2015) trabalhando com teores crescentes de palma forrageira na dieta em novilhas leiteiras  $\frac{3}{4}$  Holandes-zebu confinadas, não encontraram diferenças para de purinas absorvidas, de nitrogênio microbiano e de proteína bruta microbiana sintetizada no rúmen, com valores médios 103,06 mmol/dia, 74,93 g/dia e 468,34 g/dia, respectivamente.

A eficiência de síntese microbiana foi maior ( $P < 0,05$ ) para a dieta com atriplex em relação ao tratamento que continha gliricídia (115,01 e 80,07 g de PBmic/kg de NDT respectivamente (Tabela 6). Os valor encontrado no trabalho para PBmic/kg foi inferior

ao de Valadares Filho et al. (2006), que recomendaram, a partir de dados de pesquisas realizadas no Brasil, a utilização de 120 gPBmic/kg de NDT como referência para eficiência de síntese microbiana em condições tropicais, inferior ao de 130 gPBmic/kg de NDT sugerido pelo NRC (2001).

Entre os aspectos de maior importância em dietas à base de palma forrageira, destaca-se o equilíbrio entre o suprimento de carboidratos fibrosos e não-fibrosos. Quanto à eficiência de síntese microbiana, as dietas com atriplex e sorgo foram superiores as demais dietas, o que pode estar relacionado ao perfil e a qualidade da fração fibrosa destes alimentos comparados aos outros tratamentos, os quais, provavelmente, proporcionaram maior estímulo à mastigação, contribuindo para aumento da produção de saliva e diluição do conteúdo ruminal, aumentando com isso a taxa de passagem e o escape de microrganismos. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a taxa de passagem é um dos fatores que influenciam os padrões de fermentação ruminal e a síntese microbiana.

Na tabela 7 encontram-se os dados de ingestão de compostos nitrogenados e balanço de nitrogênio. Foi observada maior ( $P>0,05$ ) ingestão de nitrogênio em vacas alimentadas com dietas contendo silagem de sorgo e menor ( $P<0,05$ ) em animais submetidos à dieta composta com silagem de gliricídia (Tabela 7).

O aumento no consumo de nitrogênio está relacionado a maior ingestão de matéria seca ou teor proteína bruta da dieta, este fato foi observado em vários estudos (VALADARES *et al.*, 1997; ÍTAVO *et al.*, 2002; CAVALCANTE *et al.*, 2006; CRUZ *et al.*, 2006; RENNÓ *et al.*, 2008; AGUIAR *et al.*, 2015).

O percentual médio de N ingerido foi de 39,15% (Tabela 7), sendo que o valor corrobora com Pessoa et al. (2009) que observaram maior ingestão de nitrogênio pela maior concentração de proteína bruta na dieta de novilhas alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana (volumoso) e concentrado (0,5% do peso corporal) contendo farelo de soja ou farelo de algodão, quando comparada aos concentrados contendo farelo de trigo e caroço de algodão. O ocorrido constitui um reflexo dos maiores teores de nitrogênio nesses suplementos.

O NRC (2001) preconiza exigência de proteína bruta de 1300 g/dia para fêmeas em lactação pesando em torno de 260 kg, produzindo 10 kg de leite/dia com ganhos médios diários de aproximadamente 300 g/dia, ou seja, em torno de 208 g/dia de N. Os valores de nitrogênio ingeridos neste trabalho estão de acordo com estes requisitos, com exceção do encontrado no tratamento com sorgo (212,84 g/dia).

Tabela 7 - Ingestão de compostos nitrogenados e balanço de nitrogênio

Item	Dieta				
	Atriplex	Sorgo	Gliricídia	Maniçoba	CV (%)
Ingestão de nitrogênio <sup>1</sup>	206,52ab	212,84a	182,95b	207,90ab	10,32
N nas fezes <sup>1</sup>	93,95	98,29	84,18	82,39	17,82
N na urina <sup>1</sup>	10,74	9,97	9,13	11,13	31,05
N no leite <sup>1</sup>	23,03	22,36	24,19	22,69	15,49
Balanço de nitrogênio <sup>1</sup>	78,78	82,21	65,43	91,68	31,65
% de nitrogênio ingerido <sup>2</sup>	38,14	38,62	35,76	44,09	25,35

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ); Nitrogênio (N); <sup>1</sup>(g/dia); <sup>2</sup>Balanço de N/Ingestão de nitrogênio; CV -coeficiente de variação

Com relação excreção de nitrogênio via urina, fezes e leite não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) independente das dietas utilizadas, sendo que a via de excreção das fezes foi a que mais contribuiu com a excreção de nitrogênio (N), correspondendo em média a 89,70 % da excreção total de N (Tabela 7).

Segundo Van Soest (1994), aumentos na ingestão de N estão associados à maior produção de ureia no fígado e à maior excreção via urina, enquanto que a baixa ingestão conduz a redução na excreção urinária para manutenção do *pool* plasmático, que está sob controle fisiológico homeostático.

O balanço de nitrogênio não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelas diferentes silagens utilizadas na alimentação das vacas lactantes, com valor médio de 78,55 g/dia (Tabela 7). Este resultado pode ter sido induzido pela utilização de dietas compostas por silagens que possuíam valores de proteínas mais baixos, já que dietas com elevados teores de proteína aumentam a excreção de nitrogênio principalmente na urina (Pessoa et al., 2009).

#### 4. CONCLUSÃO

A introdução de 25 % de silagens (atriplex, sorgo forrageiro, gliricídia e maniçoba) nas dietas à base de 30 % de palma forrageira e 45 % de concentrado, como uma ração total, teve um papel importante para manter a ingestão diária de matéria seca sem alterar a digestibilidade, produção e gordura do leite.

Dietas compostas pela associação de palma forrageira silagem de atriplex, sorgo, gliricídia ou maniçoba e concentrado apresentam potencial de utilização na alimentação de vacas em lactação sem comprometer a síntese de proteína microbiana e o balanço de compostos nitrogenados.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSE, P. A.; VLAEMINCK, B.; TAMMINGA, S.; DIJKSTRA, J. The effect of silage and concentrate type on intake behavior, rumen function, and milk production in dairy cows in early and late. **Journal of Dairy Science**, v.91, n. 12, p.4778–4792, 2008.
- AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F. F. DA; DONATO, S. L. R, et al. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1013-1030, 2015.
- ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 8-14, 2012.
- ANDRADE, D. K. B.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C, et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 5, p. 2088-2097, 2002.
- ARAÚJO, L. F; SILVA, F. L. H; BRITO, E. A, et al. Enriquecimento protéico da palma forrageira com *Saccharomyces cerevisiae* para alimentação de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 2, p.401-407, 2008.
- AREGHEORE, E. M.; PERERA, D. Effect of supplementation of a basal diet of maize stover with *Erythrina variegata*, *Gliricidia sepium* or *Leucaena leucocephala* on feed intake and digestibility by goats. **Tropical Animal Health and Production**, v.36, n.2, p.175–189, 2004.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; EL-MASTOURI, A. et al. Nutritive value, behavior, and growth of Barbarine Lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus – indica f. inermis*) pads. **Small Ruminant Research**, v.59, n.2, p.229-237, 2005.
- BERCHIELLI, T. T; OLIVEIRA, S. G.; CARRILHO, E. N. V. M. et al. Comparação de Marcadores para Estimativas de Produção Fecal e de Fluxo de Digesta em Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, n. 3, p. 987-996, 2005.
- CARDOSO, R. B.; PEDREIRA, M. . S; RECH, C.L. S. et al. Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes



- sistemas alimentares. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n.1, p. 113-126, 2017.
- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V. et al. Metabolismo de nitrogênio em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n. 3, p.622-629, 2011.
- CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 203-210, 2006.
- CAVALCANTI, C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C. et al. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 4, p. 689-693, 2008.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of technical details. Aberdeen: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. 1.ed.1995
- COSTA, R. G; TREVIÑO, I. H.; MEDEIROS, G. R.; et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, n. 1, p. 13-17, 2012
- CRUZ, M. C. S.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A. et al. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 47-56, 2006.
- CRUZ, M. C. S.; VÉRAS, A. S. S. C.; FERREIRA, M. A.; et al. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, n. 1, p. 47-56, 2006.
- DAHLBORN, K.; AKERLIND, M.; GUSTAFSON, G. Water intake by dairy cows selected for high or low milk-fat percentage when fed two forage to concentrate ratios with hay or silage. **Swedish Journal of Agriculture Research**, v.28, p.167-176.1998.

- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T. et al. **Métodos para análises de alimentos – INCT – Ciência Animal**. Ed. UFV, p. 214, 2012.
- FERREIRA, M. A.; SILVA, R. R.; RAMOS, A. O. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 1, p.159-165, 2009.
- GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.8, n.2, p.78-85, 2014.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION - IDF. **Milk: determination of milk fat, protein and lactose content**. Guide for the operation of mid-infra-red instruments. Brussels, 1996. p.12
- ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F. et al. Produção microbiana e parâmetros ruminais de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1553-1561, 2002.
- MERTENS D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, n. 1, p.25-36, 2001.
- MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S. et al. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 1191-1200, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.
- NEIVA, M. G. S.; MOTA, D. L.; BATISTA, V. A. M.; SOUSA-RODRIGUES, C. F. Mucous membrane of the rumen of ovines, fed with spineless, forrage cactus or palm (Barbary fig) (*Opuntia ficus indica* Mil): Hystochemical study by means of light microscopy. **International Journal Morphology**, v. 24, n. 4, p. 723-728, 2006.
- OLIVEIRA, V. S.; MARCELO, DE. A. F.; ADRIANA, G.; et al. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1419-1425, 2007a.

- OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; et al. Substituição total do milho e parcial do feno do capim tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 928-935, 2007b.
- OMAKANYE, O. T.; BALOGUN, R. O.; ONIFADE, O. S. et al. Assessment of preference and intake of browse species by Yakansa sheep at Shika, Nigeria. **Small Ruminant Research**, v. 42, p. 203-210, 2001.
- PAIVA, V. R.; LANA, R. P.; OLIVEIRA, A. S.; LEÃO, M. I.; et al. Teores proteicos em dietas para vacas holandesas leiteiras em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1183- 1191, 2013.
- PEREIRA, M. L. A. **Proteína na dieta de vacas nos terços inicial e médio de lactação**. 2003. 105f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 5, p.941-947, 2009.
- RAMOS, J. P. F.; SOUZA, J. T. A.; SANTOS, E. M. et al. Crescimento e produtividade de *Nopalea cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. **Revista Electrónica de Veterinária**, v. 18, n. 8, p.1-12, 2017.
- RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F. et al. Níveis de ureia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 556-562, 2008.
- SAS. Institut, Inc. Statiscs: **user's guide**: version 9,1., Cary, NC. 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p
- SILVA, R. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 317-324, 2007.

- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n. 9, p.2463–2472. 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- STEWART, J. L.; DANSDON, A. L.; KASS, M. et al. Acceptability, intake, digestibility and live weight gain in small ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, n. 2, p.111–124, 1998.
- VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, R., V. R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa, MG: Gráfica Suprema, 2006. 329p.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 2686-2696, 1999.
- VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; VALADARES FILHO, S. C.; et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 6, p. 1270- 1278, 1997.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal Animal Science**, v.26, n.1, p.119-120, 1967.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivatives excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n. 3, p. 243-248, 1990.
- WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. et al. Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.745-754, 2012.